

Zeitschrift: Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 66 (2014)

Artikel: Das grüne Kleid der Erde : Pflanzenevolution und Erdgeschichte
Autor: Demmerle, Susi / Stössel-Sittig, Iwan
Kapitel: 8: Die Pflanzen des Karbonzeitalters
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-585006>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

8. Die Pflanzen des Karbonzeitalters

Steinkohle – kaum ein anderes Gestein hat die westliche Gesellschaft so nachhaltig geprägt. Der Begriff ist fest mit der industriellen Revolution verbunden – und noch heute ist Steinkohle einer der wichtigsten Energieträger weltweit!

Steinkohle (Abb. 8.1) verlieh auch einer geologischen Zeitperiode den Namen: «Karbon». Viele der kommerziell genutzten Kohlelager in Deutschland, England, Nordamerika, China oder anderswo stammen aus dieser Zeit. Steinkohle ist nichts anderes als über Jahrmillionen umgewandeltes Pflanzenmaterial und scheint sich in dieser Zeit in gigantischem Ausmass gebildet und bis in unsere Zeit erhalten zu haben. Dieses Ereignis ist in dieser Dimension in der Erdgeschichte einmalig. Die Untersuchung dieser Extremsituation könnte vielleicht auch helfen, unser heutiges System «Erde» zu verstehen.

Zu Beginn des Karbons herrschte auf der Erde ein mehrheitlich warmes Klima. Die Kontinente vereinigten sich zusehends zum Riesenkontinent Pangaea. Der Meeresspiegel war tief, und im warmfeuchten Klima konnten sich in den Küstengebieten ausgedehnte Küstenwälder und -sümpfe bilden (Abb. 8.2). Riesenhafte Schachtelhalme, Verwandte der Bärlappgewächse, Farne und Samenfarne dominierten das Bild eines «Regenwaldes» mit Baumriesen und üppigem Unterwuchs. Gliedertiere und Insekten enormen Ausmasses bevölkerten diese urtümlichen Wälder. *Arthropleura*, ein Vorfahre der Tausendfüssler, soll 2 m Länge erreicht haben. Ur-Libellen mit Flügelspannweiten von bis zu 70 cm schwirrten durch die Lüfte, riesige Kakerlaken krabbelten durchs Unterholz. Reptilien spielten noch eine untergeordnete Rolle, aber Lurche, einige Formen davon meterlang, sind ebenfalls dokumentiert.

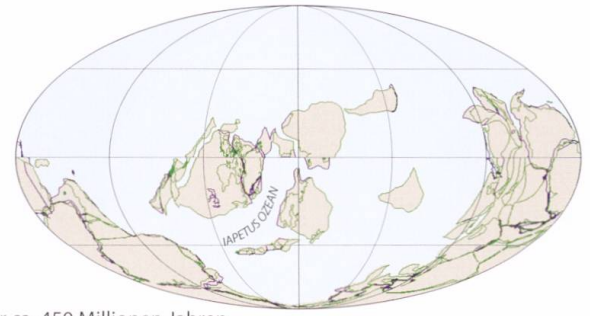
Die enorme Menge an organischem Material konnte aber ganz offensichtlich nicht oder zumindest nicht annähernd so schnell abgebaut werden, wie sie gebildet wurde; ein grosser Anteil wurde als Kohle abgelagert und nicht zu CO₂ abgebaut (Abb. 8.3). Die abgestorbenen Bäume fielen in den Sumpf und blieben liegen. Einige Wissenschaftler sehen den Grund dafür in der Verholzung – oder genauer: in der Bildung von Lignin. Lignin ist ein komplexes und sehr stabiles Molekül, ein sogenanntes Biopolymer, das Pflanzen in ihre Zellwände einbauen. Vieles



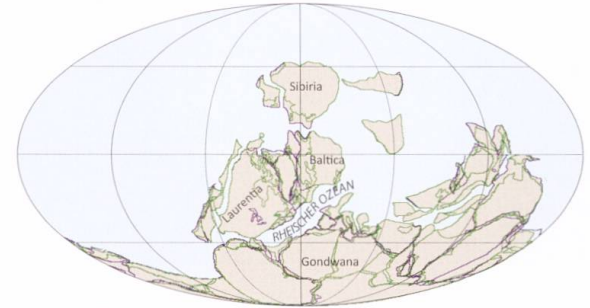
Abb. 8.1: Steinkohle als Gestein
(Breite 10 cm)

deutet darauf hin, dass es noch kaum Mikroorganismen gab, die dieses Lignin abbauen konnten. Und Lignin scheinen die Bäume des Karbons, speziell die Bärlappbäume, in grossen Mengen in ihre dicke Rinde eingebaut zu haben. Im Laufe von Tausenden und Millionen von Jahren bildeten sich unter Druck und Luftabschluss die Steinkohleflöze. Erstaunlicherweise findet man in den Kohleflözen selbst kaum erkennbare Pflanzenfossilien. Die Strukturen wurden bei der Umwandlung in Kohle zerstört. Aber dort, wo die Kohleflöze in Sand-, Silt- oder Tonsteine übergehen, sind oft Fossilien in Form von schwarzen Abdrücken erhalten. Sie erlauben es, ein Bild der damaligen Urwälder zu entwerfen.

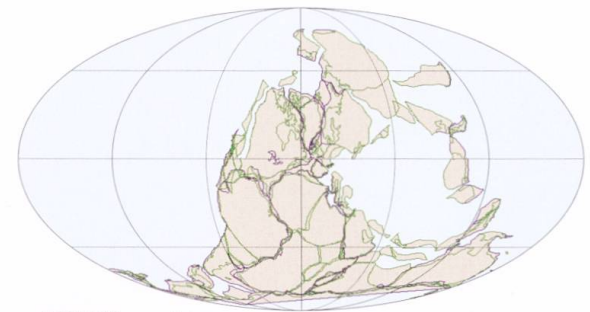
In der Sammlung Schalch sind viele fossile Pflanzen aus dieser Zeit vorhanden, hauptsächlich aus Sachsen und Böhmen, einige auch aus Westdeutschland. Wenige Pflanzen dieser Funde sind nach der heute gültigen Nomenklatur bestimmt, denn Schalch war ja in erster Linie Geologe. Wir



vor ca. 450 Millionen Jahren
(Ordovizium)



vor ca. 380 Millionen Jahren
(Devon)



vor ca. 300 Millionen Jahren
(Karbon)

Abb. 8.2: Paläogeographische Karten Ordovizium bis Karbon

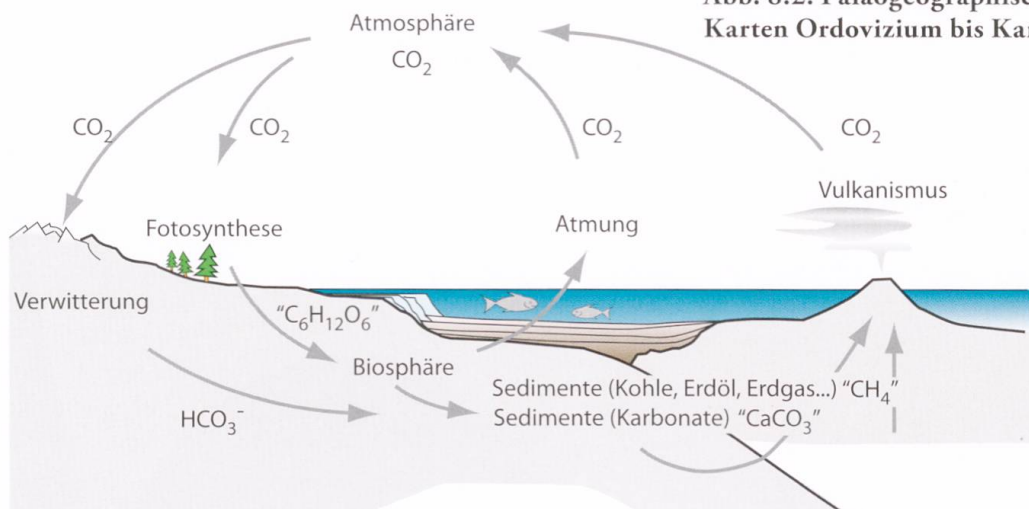


Abb. 8.3: Kohlenstoff-Kreislauf

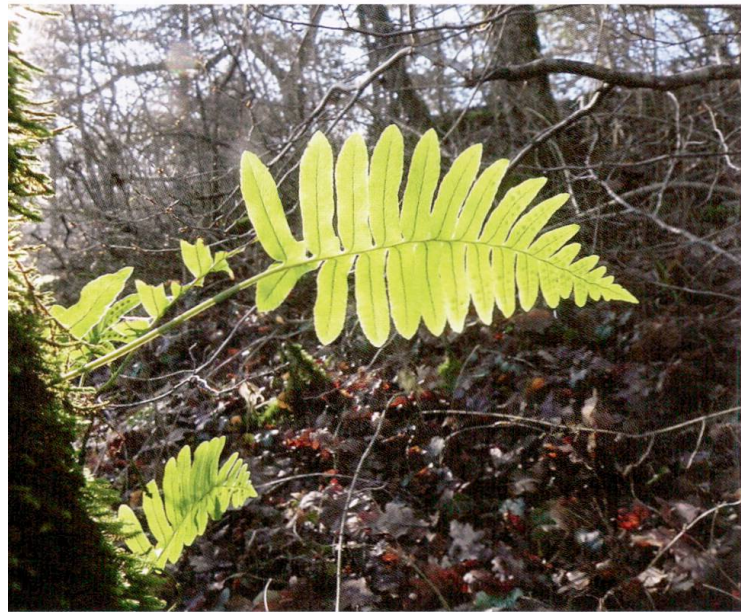


Abb. 8.4: Heutiger Farn
(Wurmfarn, *Dryopteris filix-mas*)

haben auf eine Nachbestimmung verzichtet und verwenden hier die ursprüngliche Namengebung des Sammlers.

Die Paläobotaniker («Pflanzenpaläontologen») versuchen, sich aus Bruchstücken von fossilen Pflanzen ein Bild von den damaligen Organismen zu machen. Sie müssen dafür ein Puzzle zusammensetzen, von dessen Gestalt sie noch keine Vorstellung haben – ein anspruchsvolles Stück Arbeit, das nur bewältigt werden kann durch genaueste Beobachtung und durch den Vergleich von sehr vielen Fundstücken.



Abb. 8.5: Heutiger Schachtelhalm
(Riesenschachtelhalm, *Equisetum telmateia*), bis 1.5 m hoch



Abb. 8.6: Heutiger Bärlapp (Berg-Bärlapp, *Lycopodium annotinum*), ca. 15 cm hoch

Der grösste Anteil der damaligen Pflanzenwelt gehörte zur Gruppe der Sporenpflanzen, sie pflanzten sich also mit Hilfe von Sporen und nicht von Samen fort (vgl. Kapitel 9). Dazu gehörten Farne (Abb. 8.4), Schachtelhalme (Abb. 8.5) und Bärlappgewächse (Abb. 8.6). Es gab aber auch grosse Bäume, die Cordaiten, die zur Gruppe der frühen Samenfarne gehörten und die ebenfalls einen beträchtlichen Teil der Flora ausmachten.

Von diesen grossen, einst die Erde dominierenden Pflanzengruppen leben heute nur noch kleine Verwandte, die Cordaiten sind ausgestorben.

8.1 Farne aus dem Karbon

Die ersten Farne existierten schon im Devon, erlebten aber im Karbon eine ungeheure Entfaltung (Abb. 8.7 – 8.10). Sie lebten als Bodenbedecker, als gebüschhohe Pflanzen mit vielen verschiedenen Wedeltypen und sogar als bis 8 m hohe Farnbäume.

Alle Fossilien in den Sammlungen des MzA sind von den «Stämmen» getrennte Wedelbruchstücke, gelegentlich mit Strukturhaltung.



Abb. 8.7: *Pecopteris* (Baumfarn, Zwickau, Sachsen, Breite 21 cm)



Abb. 8.8: *Neuropteris* (Samenfarn, Zwickau, Sachsen, Breite 15 cm)



Abb. 8.9: *Pecopteris cyathea* (Wettin, Sachsen-Anhalt, Breite 13.5 cm)

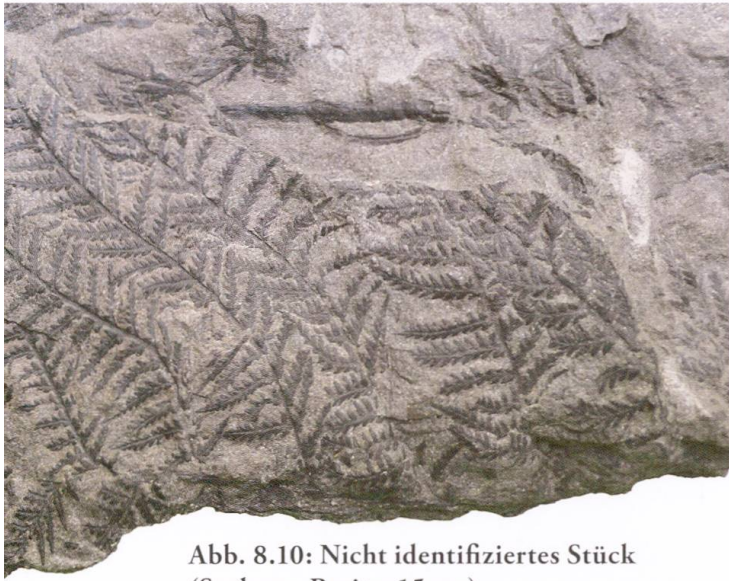


Abb. 8.10: Nicht identifiziertes Stück
(Sachsen, Breite: 15 cm)

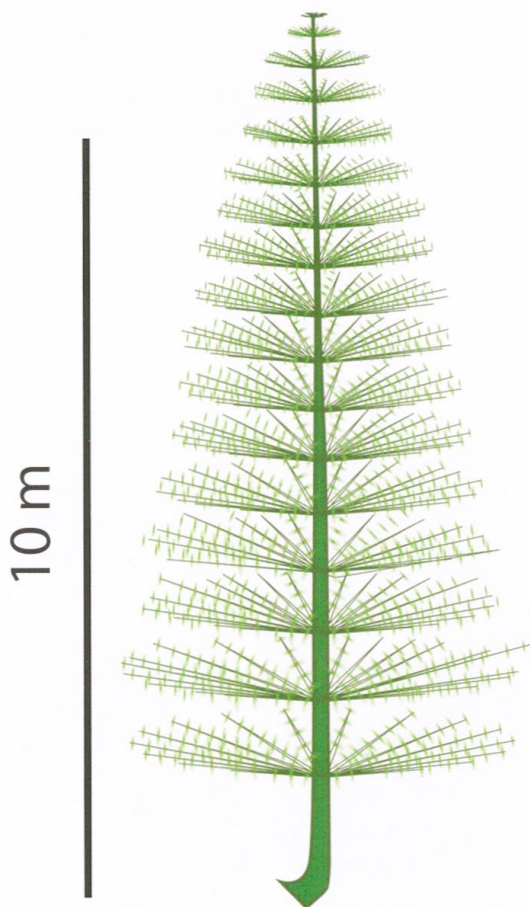


Abb. 8.11: Rekonstruktion eines *Calamites*,
eines ungefähr 10 m hohen Baumes

8.2 Schachtelhalme aus dem Karbon

Wie auch heute noch haben die alten Verwandten der Schachtelhalme einen ganz typischen Aufbau (Abb. 8.11): der Stamm oder Stängel ist aus länglichen Gliedern zusammengesetzt, an deren Grenze jeweils ein Kranz aus Blättern entspringt. Die Art der Blätter führt in der Systematik zu verschiedenen Untergruppen, die wir aber der Übersichtlichkeit wegen nicht berücksichtigen wollen. Die Pflanzen bildeten im Boden eine Art Rhizom, einen liegenden Stamm, aus dem die Stängel oder Stämme in die Höhe wuchsen.

Calamites war ein baumgrosser Schachtelhalm (Abb. 8.11, 8.12). Er konnte über 10 m hoch werden und wuchs an Gewässerrändern und in sumpfigen Urwäldern. Er besass ein ausgedehntes Wurzelwerk, über das er sich offensichtlich ungeschlechtlich vermehren konnte. Erst Ende Perm starb diese wichtige Form aus.

Asterophyllites (Abb. 8.13) und *Annularia* (Abb. 8.14 und 8.15) sind nach heutiger Erkenntnis keine unabhängigen biologischen Formen, sondern Blattwerk von *Calamites*-Bäumen. Das schöne Fossil von *Asterophyllites* (Abb. 8.13) zeigt, wie man sich diese Pflanzen etwa vorstellen kann.

Sphenophyllum (Abb. 8.16, 8.17, 8.18) hingegen scheint von einer anderen Pflanze zu stammen. Sie besass



Abb. 8.12: *Calamites* (Sachsen, Länge 20 cm)

einen eher schlanken Stängel, der die Pflanze vermutlich nicht selber tragen konnte. Man nimmt deshalb an, dass es sich bei einigen Arten dieser Gattung um Kletterpflanzen handelte, die sich an anderen Gewächsen in die Höhe rankten um näher zum Licht zu kommen, wie das heute die wilde Rebe tut.

Die Gattungen *Asterophyllites*, *Annularia* und *Sphenophyllum* haben sehr ähnliche, wirtelig angeordnete Blätter. Die Unterscheidung ist daher oft nicht ganz einfach.

Bei den Fossilien von grösseren Schachtelhalmstängeln handelt es sich meistens um Kernaussgüsse, d.h. das ursprünglich hohle Innere des Stammes wurde mit Sediment ausgefüllt und versteinerte dann. Die parallelen



Abb. 8.13: *Asterophyllites*
(Fundort unbekannt, Breite 23 cm)

Strukturen sind die Leitgefäße, die am inneren Rand des Stängels verlaufen. Manchmal wurde der hohle Stamm auch platt gedrückt (siehe Abb. 8.19).



Abb. 8.14: *Annularia stellata*
(Zwickau, Sachsen, Breite 17 cm)



Abb. 8.15: *Annularia brevifolia*
(Zwickau, Sachsen, Breite 10 cm)



Abb. 8.16: Keilblatt (*Sphenophyllum*;
Zwickau, Sachsen, Höhe 16 cm)



Abb. 8.17: Keilblatt (*Sphenophyllum*,
Fundort unbekannt, Höhe 12 cm)



Abb. 8.18: Keilblatt (*Sphenophyllum*), Rekonstruktion. *Sphenophyllum* konnte bis zu 1 m hoch werden.



Abb. 8.19: Platt gedrückter *Calamites*-Stängel (Länge ca. 20 cm).

8.3 Bärlappgewächse aus dem Karbon

Die wohl eindrucklichsten Gewächse des Karbon waren die **Schuppenbäume** (Lepidodendren, Abb. 8.20, 8.21, 8.22). Sie wuchsen bis 30 m hoch und verzweigten sich erst ganz oben zu einer Baumkrone, die Wurzeln waren eher flach, denn sie wuchsen in Sumpfwäldern.

An den jungen Stämmen wuchsen Blätter, die später abfielen und typische «Blattpolster» hinterliessen. Von diesem auffälligen und graphisch überaus ansprechenden Rindenmuster kommt auch der Name Schuppenbaum. Der Stamm war wahrscheinlich grün und konnte Fotosynthese betreiben. Von den länglichen Blättern der Krone besitzt das MzA kein Fossil, ebenfalls keines von den Sporenständen an den Enden der Äste.

Mit den Schuppenbäumen verwandt und ebenfalls hoch gewachsen waren die **Siegelbäume** (*Sigillaria*, Abb. 8.23 – 8.25). Ihre Kronen waren schopfarig verzweigt.

Im oberen Teil des Stammes finden sich ebenfalls Blattnarben, die eine Siegelform haben und feiner sind als die der Schuppenbäume. Unten am Stamm findet man bastartige Strukturen. Auch der Stamm der Siegelbäume war wahrscheinlich grün und fähig zur Fotosynthese.

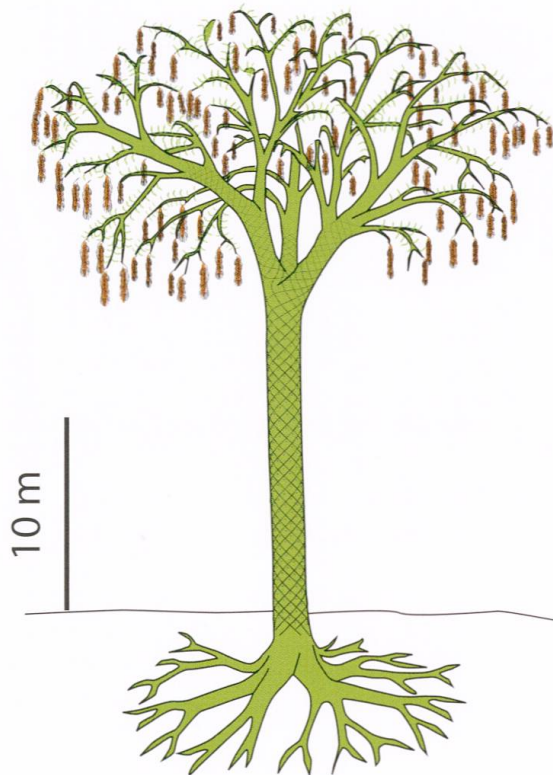


Abb. 8.20: *Lepidodendron* (Rekonstruktion)



Abb. 8.21: Schuppenbaum (*Lepidodendron*, Fundort unbekannt, Höhe 8 cm)



Abbildung 8.22: Schuppenbaum (*Lepidodendron*, Fundort unbekannt; Breite des Steines 15 cm)

Schuppen- und Siegelbäume wuchsen im Karbon fast auf der ganzen Erde und starben im Perm aus. Der Schaffhauser Geologe Dr. E. Witzig fand bei seinen Studien in Ostgrönland fossile *Lepidodendren*. Grönland lag damals deutlich näher am Äquator als heute.

Unter «Stigmaria» fasst man Formen zusammen, die man heute als Wurzeln von Schuppen- und Siegelbäumen interpretiert (Abb. 8.26). Die runden «Narben» stammen von abgefallenen Sekundärwurzeln.

Wenn man das Karbon als Zeitalter der Sporenpflanzen bezeichnet, heisst das nicht, dass keine anderen

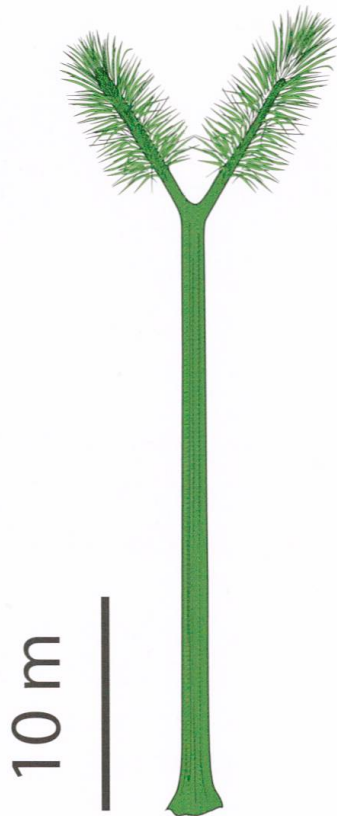


Abbildung 8.23: *Sigillaria*, Rekonstruktion

Pflanzen gewachsen wären. Sie waren schon da, aber in geringer Zahl.

8.4 Die Welt des Karbons – ein Sonderfall der Erdgeschichte

Die Bildung von gigantischen Mengen von Kohle bedeutete auch eine Veränderung der Atmosphäre. Pflanzen wachsen durch Photosynthese: Aus CO_2 und Wasser wird organische Substanz und Sauerstoff. Normalerweise wird die organische Substanz nach dem Tod der Pflanze durch Pilze, Insekten, Mikroben und anderes wieder zersetzt, dadurch wird wiederum Sauerstoff gebunden und CO_2 in die Atmosphäre ent-



Abb. 8.24: Siegelbaum (*Sigillaria elongata*, Fundort unbekannt, Höhe: 15 cm)



Abb. 8.25: Siegelbaum (*Sigillaria elegans*, Fundort unbekannt, Höhe 8 cm)



Abb. 8.26: *Stigmaria ficoides*
(Fundort unbekannt, Breite: 12 cm)

lassen (Atmung). Wenn nun damals das organische Material nicht genügend rasch zersetzt werden konnte, sondern im geologischen Untergrund vergraben wurde, muss dadurch die Atmosphäre ärmer an CO_2 und reicher an Sauerstoff geworden sein (siehe Abb. 8.3, Abb. 8.27). Tatsächlich deuten geochemische Untersuchungen genau auf diese Entwicklung hin. Trotz hohem O_2 -Gehalt gab es offensichtlich keine grossen Waldbrände in dieser Zeit, denn es gibt keine Hinweise auf fossile Holzkohle. Möglicherweise hatten die hohen Bäume eine schlecht brennbare Rinde, wie sie heute noch die Mammutbäume und die Redwoods in Kalifornien haben. Auch sie überleben Brände spielend, nutzen sogar die Chance, dass ihre Rivalen verbrennen, zu ihren Gunsten aus.

Vielleicht war dieser hohe Sauerstoffgehalt auch der Grund für das riesenhafte Wachstum der Gliedertiere und der Amphibien. Heute wäre eine Libelle mit 70 cm Flügelspannweite (Abb. 8.28) kaum lebensfähig. Gliedertiere versorgen ihren Körper mit Hilfe eines Systems von feinen Röhrchen mit Sauerstoff, den sogenannten Tracheen. Dieses System ist hocheffizient für kleine Tiere; bei zunehmender Grösse stösst das System jedoch schnell an seine physiologischen Grenzen. Eine Libelle mit 70 cm Flügelspannweite wäre heute nicht in der Lage, ihre Flugmuskeln mit genügend Sauerstoff zu versorgen. Doch vor 300 Millionen Jahren scheint der Sauerstoffgehalt auf rund 35% gestiegen zu sein (heute sind es rund 21%). Unter diesen Bedingungen war es den Gliedertieren offensichtlich möglich, auch mit grösserem Körper erfolgreich zu überleben (Abb. 8.28 und 8.29).

Mehr noch, erst durch den hohen Sauerstoffgehalt und die dadurch dichtere Luft war es den Riesenlibellen mechanisch vermutlich überhaupt möglich, sich in die Luft zu erheben. Auch die Lurche, die nicht nur über die Lunge,

sondern auch über ihre feuchte Haut Sauerstoff aufnehmen können, profitierten sicherlich von der Situation.

In der zweiten Hälfte des Karbons wurde es kühler und trockener, unter anderem weil der Kontinent Gondwana zunehmend gegen den Südpol wanderte, so dass Gletscher sich ausbreiten konnten. Möglicherweise hatte auch der rasche Rückgang des Treibhausgases CO_2 in der Atmosphäre einen wichtigen Einfluss. Gletscherspuren aus jener Zeit finden sich heute in Südamerika, Afrika, Madagaskar, Arabien, Indien, Antarktis und Australien. In den niederen Breiten ist in dieser Zeit ein eigentlicher Kollaps des Steinkohle-Regenwaldes dokumentiert. Zahlreiche optimal an diesen Lebensraum angepasste Pflanzen und Tiere überlebten diesen Kollaps nicht. Andere profitierten: Die Stunde der Reptilien hatte geschlagen; sie waren besser an trockene Klimabedingungen angepasst und konnten ihren Siegeszug antreten, der erst durch das Aussterbeereignis vor 66 Millionen Jahren beendet wurde.

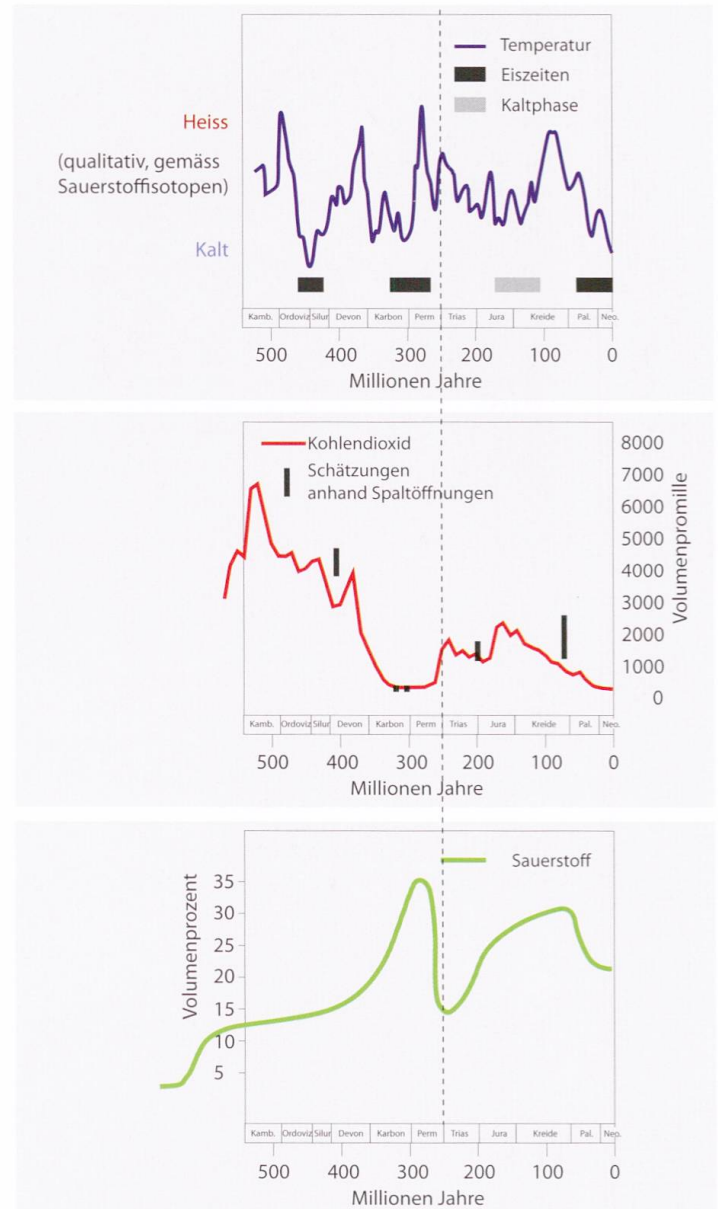
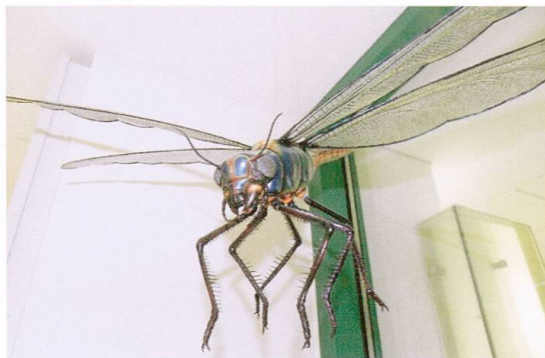


Abb. 8.27: Veränderung von Temperatur, Kohlendioxid und Sauerstoff in der Atmosphäre, über die Zeit. Die gestrichelte Linie markiert die Grenze Perm/Trias mit dem Massenaussterbeereignis.

Abb. 8.28: Rekonstruktion der Ur-Libelle *Meganeura*, eine Libelle mit 70 cm Spannweite. Wie es wohl tönte, wenn dieser «Helikopter» durch die Luft flog? (Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Museums für Naturkunde, Chemnitz).



Abb. 8.29: Rekonstruktion eines Riesengliederfüßlers *Arthropleura*: 2,5 m lang (Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Museums für Naturkunde, Chemnitz)

Die Nahrungskette in den Karbonwäldern war wohl ziemlich kurz. Viele Insekten ernährten sich von den Pflanzen. Räuber waren sicher die Libellen, die Skorpione und die Spinnen. Möglicherweise erlegte ein primitives Reptil, das aus den Sümpfen kroch, einmal eine Libelle oder eine Spinne. Höhere Wirbeltiere existierten noch nicht.



Abb. 8.30: Platte mit diversen Pflanzenfossilien (Sachsen; Breite 53.5 cm)